Aus dem Anatomischen Institut der Universität Würzburg

Lehrstuhl: Prof. Dr. med. Johannes Lang

VERÄNDERUNGEN AN DEN GANGLIENZELLKERNEN DES COLLICULUS INFERIOR NACH REINTONBESCHALLUNG (MEERSCHWEINCHEN) *

Inaugural - Dissertation

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Günther Schwab
aus Offenburg

Würzburg 1970

* Mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Würzburg

Lehrstuhl: Prof. Dr. med. Johannes Lang

VERÄNDERUNGEN AN DEN GANGLIENZELLKERNEN DES COLLICULUS INFERIOR NACH REINTONBESCHALLUNG (MEERSCHWEINCHEN) *

Inaugural - Dissertation

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Günther Schwab
aus Offenburg

Würzburg 1970

* Mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft

Referent : Professor Dr. med. Ewald Wüstenfeld

Korreferent : Professor Dr. med. Johannes Lang

Tag der Promotion :

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

I. Einleitung 1

II. Material und Methode
1. Beschallungstechnischer Teil 2
2. Praeparat.-histotechn. Teil 2

III. Eigene Erhebungen
1. Beschreibung der anat.-topograph. Lage des Colliculus inferior 5
2. Zyto- und Myeloarchitektonik 7
3. Befunde
a) nach Beschallung mit 100 Hz 7
b) nach Beschallung mit 5000 Hz 10
c) Vergleich zwischen a und b 11

IV. Zusammenfassung 14

V. Kurven 20

VI. Literaturverzeichnis 23

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543520_0002

I. Einleitung :

MERKLE (1954), BECK (1955), NEUBERT (1954/55), NEUBERT und WÜSTENFELD (1955) und WÜSTENFELD (1957) lösten durch Einwirken von Dauertönen an den äußeren und HARTZENDORFF (1961) durch Unterbrechertöne an den inneren Haarzellen des CORTI´schen Organs Kernvolumenzunahmen bis zum achtfachen des Normalwertes aus. WÜSTENFELD (1957) stellte eine bestimmte Abhängigkeit dieser Kernreaktionen von der Dauer, Intensität und Frequenz des Reizes fest.

Daß auch die Kerne der äußeren Stützzellen durch Volumenvergrößerungen auf Tonreize reagieren, konnte RUNGE (1961) zeigen. WÜSTENFELD und HALBFAS (1965) fanden nach Reintonbeschallung eine Kernvolumenänderung in den Zellen des Ganglion spirale cochleae, WÜSTENFELD und GLEIß (1967) und H. KALLENBACH (1970) eine solche im medullären Acusticuskomplex.

In Fortführung dieser Untersuchungen soll festgestellt werden, ob durch Einwirkung von Reiztönen an den Ganglienzellen des Colliculus inferior eine funktionelle Kernschwellung ausgelöst werden kann. Unser besonderes Interesse galt der Abhängigkeit der Kernvolumina von Beschallungsdauer und Frequenz.

II. Material und Methode:

1. Beschallungstechnischer Teil :

In einem mit dickwandigem, schallschluckendem Material ausgestatteten Raum diente ein 2x1x1 m großer Kasten, dessen Wände aus Glaswolle und schallabsorbierenden Neba-Union-Platten erstellt waren, als eigentlicher Beschallungskäfig. Durch Fixieren des Tieres in einem grobmaschigen Gumminetz konnte eine gleichmäßige Beschallung erzielt werden. Drei R.C. - Niederfrequenzgeneratoren lieferten die benötigten Töne. Die erzeugte Tonspannung führten wir über einen 80-Watt Mischpultverstärker sechs Breitwandlautsprechern zu, die an der Kopfseite eingebaut waren. Für die Intensitätseinstellung verwendeten wir einen Schallpegelmesser.

Als Versuchstiere dienten eben ausgewachsene männliche Meerschweinchen zwischen 400 und 500 Gramm Körpergewicht. In zwei Versuchsreihen setzten wir bei einer Frequenz von 100 bzw. 5000 Hz und einer Intensität von 110db je ein Tier 35 Min., 1, 2, 4, 8 und 16 Stunden lang den Reiztönen aus. Unbeschallte Tiere dienten als Kontrolle.

2. Praeparatorisch-histotechnischer Teil :

Zur Vermeidung der durch Narkotika auslösbaren Kernvolumenänderungen wurden die Meerschweinchen unmittelbar nach Beschallungsende dekapitiert. Anschließend praeparierten wir den Hirnstamm vom Wirbelkanal her durch Abheben des hinteren Teiles der Schädelkalotte frei und trennten das Viscerocranium kurz vor dem Meatus acusticus externus durch Scherenschlag ab. Um ein rasches und gleichmäßiges Eindringen der Fixierungsflüssigkeit zu erzielen, hielten wir die Praeparate möglichst klein, da nach KULENKAMPFF (1951) an großen

Gewebeblöcken Spannungen und Schrumpfungsverwerfungen und nach WÜSTENFELD (1957) Kernvolumenänderungen auftreten können.

Bereits 5 Minuten p. m. gelangten die Praeparate für 20 Stunden in das CARNOY´sche Fixierungsgemisch. Anschließend wurden die restlichen Teile des knöchernen Schädels abpraepariert und der Hirnstamm einschließlich der Vierhügelplatte für 8 Stunden nachfixiert. Im Autotechnikon erfolgte die Entwässerung durch abs. Alkohol für 3x3 Stunden. Als Intermedium fand Terpineol (2x1/2 Stunde) Verwendung; weitere Aufarbeitung über Methylbenzoat, Benzol und Benzolparaffin. Letztlich wurde das Gewebestückchen 3 Stunden in weiches Paraffin (Schmelzpunkt 58°C) überführt und in hartes Paraffin (63°C) eingebettet. Nach Anfertigung von 10 µm Serienschnitten parallel zur Horizontalen des Colliculus inferior Färbung der Praeparate mit Haematoxylin-Eosin.

Bei der histologischen Bearbeitung tritt bekanntlich eine Schrumpfung ein, die nach Organ, Fixierungsart, Einbettungsmodus und Färbung zwischen 20 und 43% des Ausgangsvolumens beträgt. In unseren Schnitten war die Volumensminderung ca. 25%, gemessen an den Standardwerten von RÖSSNER (1965). Hierbei handelte es sich um eine sog. "echte" Schrumpfung, da die Praeparate ihre äußere Form beibehielten. WÜSTENFELD (1957) fand, daß parallel zu den Schrumpfungsprozessen der Gewebe eine solche der Kerne verläuft, wobei jedoch ihre Volumina in geringerem Grade abnehmen. HERTWIG (1931) nimmt an, daß "im Gegensatz zum Zellplasma die physikalisch-chemische Beschaffenheit des Kernes für das quantitative Fixierungsergebnis, wenn überhaupt, so doch sicher nur eine geringe Rolle spielt."

Bei 1600facher Vergrößerung wurden die Durchmesser der kugeligen Ganglienzellkerne mit einem Schraubenokular-

mikrometer bestimmt;mittels Objektmikrometer rechneten wir die Meßeinheiten in µm um. Die Kerndurchmesserbestimmung erfolgte jeweils am rechten und linken Colliculus inferior, sowohl in einem cranialen, medialen als auch caudalen Abschnitt. Auf diese Weise wollten wir eventuell vorhandene Perzeptionsgebiete erfassen. Die Durchmesser von je 250 Kernen pro Abschnitt trugen wir variationsstatistisch auf und errechneten den Mittelwert.

Die Größen zweier Auswertungen sahen wir dann als statistisch gesichert an, wenn ihre Differenz größer als $\gamma + t$ war (KOLLER, 1953).

Die Volumenänderung bzw. Vergrößerung wurde als Gesamtzuwachsrate aus den Einzelergebnissen eines Versuches gebildet, wobei der Leerversuch (Versuch I) = 100% gesetzt wurde.

III. Eigene Erhebungen :

1. Beschreibung der anatomisch-topographischen Lage des Colliculus inferior :

An den Haarzellen des CORTI´schen Organs beginnen bekanntlich die bipolaren und bineuritischen ersten Neurone der Hörbahn, deren Kerne das Ganglion spirale Cochleae bilden. Ihr zentraler Neurit zieht zu dem Cochlaeriskern in der Medulla oblongata. WÜSTENFELD und GLEIß (1967) konnten dieses Kerngebiet abgrenzen, während KIRILZEW (1892), HOFFMANN (1957) und RÖSSNER (1965) bei der Katze und dem Eichhörnchen noch deutlich einen ventralen und dorsalen Kern unterscheiden. WÜSTENFELD und GLEIß (1967) bezeichneten dieses einheitliche Kerngebiet als Acusticuskomplex. Bei Weiterführung und Lokalisation sind wir wiederum auf vergleichend-anatomische Beschreibungen (Katze, Eichhörnchen, Kaninchen, Maus) angewiesen.

Von den Kernen des medullären Acusticuskomplexes gehen im wesentlichen drei Fasergruppen aus (BARNES et al.,1953):

1. Die dorsale Stria, die den hinteren Kern verläßt,
2. die mittlere Stria, mit ihrem Ursprung aus dem dorsalen Anteil des ventralen Kernes und
3. die ventralen Striafasern; sie sind zahlreicher als die genannten und entstammen dem Hauptteil des ventralen Kernes, bilden also den Trapezkörper.

Diese drei Faserstränge können nun entweder zu den tertiären Relaisstationen in der oberen Olivenregion, dem Nucleus lateralis oder der Formatio reticularis ziehen. Der größte Teil endigt jedoch in der contralateralen oberen Olivenregion; dadurch wird eine zweiseitige Projektion möglich. NAUMANN (1958) fand bei Verhaltensforschungen an Katzen nach Durchtrennung dieser Fasern ei-

ne wesentliche Lokalisationsbeeinträchtigung von Tönen. Der Lemniscus lateralis, der vor allem Fasern aus dem contralateralen Cochleariskern führt, geht von der oberen Olivenregion aus. Diese laterale Schleife zieht mit einer Gesamtfläche von 0,5mm im Durchmesser zum Colliculus inferior und mit nur 0,14mm Durchmesser zum Corpus geniculatum laterale (KUKHTINA,1960). Dieser untere Hügel ist die mensencephale Schaltstation der Hörbahn; mit dem Corpus geniculatum mediale wird er durch das Brachium colliculi inferioris verbunden. Auch weist er eine Querverbindung zur colliculären Kommissur auf. NELSON und ERKULAR (1960) ermittelten, daß das Auftreten von Hyperpolarisationen (Hemmungen) einige Beachtung verdient. Somit käme dem Colliculus inferior neben seiner mesencephalen Schaltstation auch noch eine zusätzliche Bedeutung für die Erregungsdifferenzierung beim Hörvorgang zu. MYRES und SHAETZ (1961) fanden, daß es außer der den Hügel durchlaufenden Hörbahn noch andere Verbindungen zur Großhirnrinde geben müsse, da nach Durchtrennung der Brachia colliculorum inferiorum kaum eine veränderte Antwort des Cortex cerebri auf Reize zu erzielen war.

Normalerweise ist auf einem Gehirnpraeparat der Colliculus inferior nicht zu sehen, da er cranial und lateral von den Hemisphären des Großhirns überdeckt wird, und sich nach dorsal das Kleinhirn, nach ventral jedoch der Colliculus superior der Vierhügelplatte anschließt. Beim Meerschweinchen sollte man genauer von einem Colliculus anterior und posterior sprechen, da die Hügel nicht wie beim Menschen untereinander, sondern hintereinander angeordnet sind. Die Formatio reticularis ist neben dem vorderen Hügel die wichtigste Begrenzung. Der Colliculus inferior überragt beim Meerschweinchen mit einer Gesamthöhe von 2,7mm sogar den Colliculus supe-

rior, der das mensencephale Zentrum der Sehbahn darstellt. Der subcorticale Gehöranalysator ist differenzierter als der Sehanalysator; dies entspricht der Verhaltensweise des Meerschweinchens, das bei schwach entwickelter Muskulatur wenig beweglich und sehr schreckhaft ist. Somit ist das Gehör für unser Versuchstier eine lebenswichtige Voraussetzung; die Bedeutung des Sehens rückt an die zweite Stelle.

2. Zyto- und Myeloarchitektonik :

Wir verwenden für unsere Messungen die Kerne multipolaren Ganglienzellen. KOVAC und DENK (1968) fanden, daß die Mehrzahl dieser Zellen einen 10 bis 16 µm großen Durchmesser aufweisen und meist rund sind; ihr Cytoplasma ist schmal und hell; die Kerne, mit einem Durchmesser von 8 - 11 µm, sind scharf konturiert, mäßig chromatinreich und besitzen meist einen zentralen Nucleolus.

KUKHTINA (1960) unterscheidet am Colliculus inferior des Meerschweinchens einen "zentralen Teil mit dicht angeordneten Zellen, mittelmäßig in Größe, kreisähnlich und einen peripheren Teil, in dem die Kerne weiter auseinander liegen". Eine solche Einteilung können wir an unseren Horizontalschnitten nicht bestätigen. Neben den erwähnten Ganglienzellen beobachten wir wenige multipolare Zellen mit einem Durchmesser zwischen 17 und 20 µm; sie besitzen einen breiteren, gelappten Cytoplasmasaum. Daneben sind im Colliculus inferior alle zentralnervösen Gliaarten reichlich vertreten.

3. Befunde :

a) nach Beschallung mit 100 Hz :

Die nach Beschallung mit 100 Hz ermittelten Ergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 und den Kurven 1 und 3 zusammengestellt. Aus ihnen ersieht man, daß bei unbeschall-

ten Tieren ein mittlerer Kerndurchmesser von ca. 9 µm vorliegt. In diesem sog. Leerversuch (Versuch I) kann eine craniocaudale Verkleinerung von 9,22 (craniales), über 9,17 (mediales) auf 8,91 µm (caudales Gebiet) im Gesamtresultat der Kerndurchmesser verzeichnet werden. Diese Werte entsprechen einem Kernvolumen von 410,50, 404,40 und 361,14 μm^3. Es muß jedoch betont werden, daß es sich um die gemittelten Ergebnisse aus dem rechten und linken Colliculus inferior handelt.

Kurz nach Beschallungsbeginn läßt sich eine Vergrößerung von Durchmessern und auch Volumina der Ganglienzellkerne nachweisen. Sie zeigen nach 35minütiger Reizeinwirkung eine geringe Ausdehnung, wobei der Inhalt um 2,65% wächst. Nach 1 Stunde, d. h. weiteren 25 Minuten, steigen die Werte etwa in gleicher Weise an, so daß das Anschwellen eine Volumenvermehrung von 4,03% zu dem Leerwert bedeutet, und sich in der Kurve ungefähr als Fortsetzung des Abszissenwinkels darstellt. Im 2-Stundenversuch können wir in den Kerndurchmessern mit 9,76 (cranial), 9,78 (medial) und 9,69 µm (caudal) dann jedoch eine rapide Verlängerung ermitteln, die eine 22,56%ige positive Änderung des Inhaltes gegenüber dem Kontrollversuch zeigt. Dieses Anschwellen der Volumina läßt sich als ein "funktionelles Kernödem" deuten, zumal bei Versuch II und III (Tab. 1) nur minimale Erhöhungen gefunden werden. Die Ganglienzellkerne reagieren nach 2stündiger Reizdauer ungleich stärker. Nochmalige Verdoppelung der Zeitspanne, d. h. 4-stündige Beschallung, ergibt eine weitere Vergrößerung des Kerndurchmessers - nämlich im cranialen Gebiet auf 10,17, im medialen auf 10,06 und im caudalen auf 10,02 µm. Bei Gesamtmittelung der Werte resultiert eine 35,98%ige Volumensteigerung. Die maximale Zunahme ermitteln wir, nachdem die Tiere 8 Stunden der Belastung ausgesetzt waren.

Es werden Kernvolumina von 651,86 (cranial), 541,21 (medial) und 526,21 μm^3 (caudal) errechnet. Dies bedeutet einen durchschnittlichen 44,32%igen Zuwachs. In unserem letzten Versuch dieser Serie mit 16stündiger Reizeinwirkungsdauer erhalten wir mit cranial = 10,22 μm, medial = 10,11 μm und caudal = 9,79 μm im Kerndurchmesser geringere Werte als bei der 8stündigen Beschallung. Auch die gemittelten Prozentzahlen liegen mit 34,35% - bezogen auf Versuch I - ein wenig niedriger. Aus Kurve 1 läßt sich nach anfänglich geringem, dann starkem Anstieg und nach dem Gipfel bei 8 Stunden ein allmähliches Absinken der Werte ersehen; hieraus kann geschlossen werden, daß die Ganglienzellkerne nicht mehr in der Lage sind, bei weiterem Einwirken von Tönen mit der Frequenz von 100 Hz zu reagieren.

Die Untersuchungen werden - wie beschrieben - in drei Gebieten, sowohl des rechten wie linken Colliculus inferior durchgeführt. Aus der Kurve 1 läßt sich eine deutliche Abstufung zwischen cranialen, medialen und caudalen Bereichen ersehen. Die Linien verlaufen sogar weitgehend parallel. Unsere Ergebnisse zeigen, daß die unteren Werte stets geringer sind als die mittleren und oberen. Tabelle 2 zeigt zusätzlich eine Differenzierung zwischen linkem und rechtem Hügel, wobei zumeist die Werte des linken Colliculus inferior die der gegenüberliegenden Seite um ein Geringes übersteigen. Während eine statistische Sicherung zwischen den einzelnen Versuchen in Bezug auf craniales, mediales und caudales Areal in über 70% besteht, zeigt dieselbe Ermittelung zwischen rechts und links keine Signifikanz.

b) nach Beschallung mit 5000 Hz :

Diese Versuchsreihe wird unter den gleichen Bedingungen durchgeführt wie die vorstehende. Wiederum gehen wir bei der prozentualen Berechnung der Zuwachsgrößen von den Werten des unbeschallten Kontrolltieres aus. Nach einer Reizdauer von 35 Minuten können wir einen Initialanstieg der gemittelten Kernvolumenzuwachsraten von 45% errechnen. Die Durchmesser vergrößern sich von 9,22 auf 10,75 µm im cranialen, von 9,17 auf 10,36 um im medialen und von 8,91 auf 9,96 µm im caudalen Gebiet. Bei Verlängerung unserer Beschallungszeit auf 1 Stunde erhalten wir geringere Werte als bei dem 35-Minuten-Versuch; die Ergebnisse betragen 10,26 µm (cranial), 10,10 µm (medial) und 10,10 µm (caudal). Auch bei der Berechnung der Kernvolumenzunahme können wir nur eine Vergrößerung von 38,98% - bezogen auf Versuch I - ermitteln. Dieses Absinken der Werte zeigt sich ebenfalls im nächsten Versuch mit 120 Minuten Belastung. Seine Befunde liegen mit 538,02 (cranial), 533,23 (medial) und 531,96 μm^3 (caudal) bei den Volumina schon 10,10% unter den mit 35 Minuten Einwirkzeit erzielten Prozentzahlen. Eine 4stündige Beschallung beantworten die Ganglienzellkerne nur noch mit einer Vergrößerung um 7,7%. Verdoppeln wir die Reizdauer auf insgesamt 8 Stunden, so zeigt sich - außer im cranialen Bereich, in dem der Wert unseres gemittelten Kerndurchmessers mit 9,52 µm noch unter dem des vorhergehenden Versuches liegt - wiederum eine geringe Zunahme im medialen Gebiet auf 9,31 und auf 9,16 µm im caudalen. Im letzten Versuch mit 5000 Hz erreichen wir mit einer Schalleinwirkung von 16 Stunden ein weiteres Anschwellen der Kernvolumina; im cranialen Areal ermitteln wir 473,39, im medialen 463,41 und 405,39 μm^3 im caudalen. Wir errechnen eine 13,42%ige Zunahme der Werte.

Auch bei der Beschallung mit 5000 Hz werden die Untersuchungen in drei Gebieten des rechten wie linken Colliculus inferior durchgeführt. Eine Größendifferenzierung zwischen cranial, medial und caudal läßt sich sowohl aus der Tabelle 3 als auch aus der Kurve 2 ersehen. Die Werte der rechten und linken Hügel sind differenzierbar. Um ein Geringes übersteigen die meisten Ergebnisse der linken Seite diejenigen der gegenüberliegenden. Die statistische Sicherung bringt uns für die signifikante Unterscheidung zwischen cranialem, medialen und caudalen Gebiet in 23% aller Messungen kein positives Resultat. Die gleiche Ermittelung führen wir mit den Werten der linken und rechten Seite durch; eine Unterscheidung im Sinne der Statistik läßt sich auch hier - wie in der ersten Versuchsreihe - nur in Ausnahmefällen errechnen.

Bei einer Gesamtbetrachtung unserer Werte können die maximalen Ergebnisse des 35-Minuten-Versuches nicht mehr erzielt werden. Bis zur 2-stündigen Reizdauer zeigt sich ein allmähliches Absinken der Kerndurchmesser zur Ausgangsposition. Nach 4 Stunden Beschallung erreicht die Kurve ihren Tiefpunkt, abgesehen vom Leerwert auf der Ordinate. Die Zellkerne scheinen diese starke Belastung nach 35 Minuten nicht mehr beantworten zu können. Sie schrumpfen, zeigen aber nie die gleiche Größe wie im Kontrollversuch; in allen Fällen jedoch kann eine, wenn auch geringe Volumenzunahme verzeichnet werden. Degenerative Kernformen waren nicht feststellbar. Bei der 8- und 16-stündigen Beschallungszeit können wir sogar wieder einen leichten Anstieg der Durchmesser der Ganglienzellkerne errechnen.

c) Vergleich zwischen 100 und 5000 Hz :

In beiden Beschallungsserien erhalten wir völlig unterschiedliche Ergebnisse. Auch kann eine Parallelverschie-

bung der Kerndurchmesser weder auf der Ordinate noch auf der Abszisse ermittelt werden. Die Schwankungen der Befunde zu Beginn beider Versuchsreihen führen wir auf die ungewohnte Belastung der Ganglienzellkerne zurück. Insgesamt resultiert bei 100 Hz ein allmähliches Anschwellen mit einem Gipfel bei 8 Stunden Reizdauer und ein Absinken zu dem 16-Stunden-Wert. Der 5000 Hz Versuch zeigt gleich zu Beginn eine unvergleichbare Vergrößerung von Durchmesser und Volumen, die dann successiv bis zu dem Beschallungsergebnis nach 4 Stunden abgebaut wird, um zum Schluß jedoch wieder gering anzusteigen. Niemals fällt in beiden Serien ein Wert unter den des Leerversuches. Die Gemeinsamkeiten der Ergebnisse zwischen 100 und 5000 Hz beschränken sich in einem fast stetigen Überwiegen der Kerngrößen der cranialen gegenüber denen der caudalen Areale. Ein vermehrtes Anschwellen der caudalen Ganglienzellkerne im Vergleich zu den cranialen können wir nach unseren Ergebnissen nur in Ausnahmefällen errechnen.

Schon WÜSTENFELD und GLEIß (1967) stellten fest, daß zwischen linker und rechter Seite keine synchron verlaufende Kernvolumenzunahme zu ermitteln war. Eine Gesetzmäßigkeit dieser Links-Rechts-Schwankungen können wir statistisch nicht aufstellen. Da jedoch in der Mehrzahl die bilateralen Kerngrößenunterschiede selten mehr als 0,3 µm betragen und unter der Berücksichtigung, daß individuelle Meßungenauigkeiten nicht immer zu vermeiden sind, können diese Differenzen als gering bezeichnet werden.

IV. Zusammenfassung:

6 Meerschweinchen wurden in einer Versuchsreihe einem Reizton von 100 Hz und 110db jeweils 35 Min., 1, 2, 4, 8 und 16 Stunden lang ausgesetzt. Die gleichen Bedingungen galten auch für nochmals 6 Versuchstiere in einer zweiten Serie, in der lediglich die Frequenz auf 5000 Hz erhöht wurde. Ein weiteres Tier diente zur Kontrolle und lieferte uns die Werte des Leerversuches, die als Standard für die beiden Versuchsreihen galten. In den beiden Experimenten gelangten je 250 Ganglienzellkerne aus dem cranialen, medialen und caudalen Gebiet des linken wie auch des rechten Colliculus inferior zur Auswertung.

Wir kamen zu folgenden Ergebnissen:

1. Innerhalb des Colliculus inferior ließen sich keine Zellgruppen abgrenzen.
2. Eine adaequate Reizung mit physikalisch reinen Tönen löste in den Colliculi inferiores der Vierhügelplatte eine statistisch gesicherte Kerngrößenzunahme aus:
   a) in der 100 Hz-Serie zeigt die 8-Stunden-Beschallung eine Volumenzunahme um ca. 45% vom Ausgangswert, die nach 16 Stunden Dauerreiz leicht abfällt, jedoch immer noch eine Schwellung von 38% aufweist; von den 45% entfallen nur 4% auf die ersten beiden Beschallungszeiträume.
   b) bei 5000 Hz zeigt sich eine maximale Vergrößerung schon nach 35 Minuten. Auf diesen Initialanstieg folgt nach 1 Stunde ein Abfall, ebenso nach 2 und 4 Stunden, das nochmalige langsame Anschwellen in den letzten beiden Versuchen kann als erneute Antwort nach einer Erschöpfungsphase auf die Reiztöne gelten. Außer dieser anfänglich starken Verlängerung der Durchmesser finden wir kaum Kernschwellungen. Diese Frequenz scheint demnach der adaequaten Perzeption unserer Versuchstiere zu entsprechen.

3. Beide Versuchsreihen haben eine maximale Schwellung mit 45% vom Ausgangswert, jedoch zu unterschiedlichen Zeiten.

4. Eine Tonlokalisation konnte in den einzelnen Abschnitten der Colliculi inferiores nicht festgestellt werden.

5. Eine statistisch gesicherte Seitendifferenz zwischen links und rechts ließ sich nicht errechnen.

	Beschallungs-dauer	Mittlerer Kerndurch-messer in µm	Mittleres Kernvolu-men in μm^3	Volumenän-derung in %
Versuch I				
cranial		9,22	410,50	
medial	keine	9,17	404,40	
caudal		8,91	361,14	
Versuch II				
cranial		9,33	427,27	
medial	35 Min.	9,17	405,19	+ 2,65
caudal		9,01	384,45	
Versuch III				
cranial		9,47	444,80	
medial	1 Std.	9,28	418,26	+ 4,03
caudal		8,90	369,23	
Versuch IV				
cranial		9,76	487,06	
medial	2 Std.	9,78	490,99	+ 22,56
caudal		9,69	476,59	
Versuch V				
cranial		10,17	550,93	
medial	4 Std.	10,06	533,24	+ 35,98
caudal		10,02	526,91	
Versuch VI				
cranial		10,70	651,86	
medial	8 Std.	10,11	541,21	+ 44,32
caudal		10,01	526,90	
Versuch VII				
cranial		10,22	559,11	
medial	16 Std.	10,11	541,22	+ 34,35
caudal		9,79	491,44	

Tab. 1: Kerngrößen nach Beschallung mit 100 Hz

	Beschallungsdauer	Mittlerer Kerndurchmesser in µm		Mittleres Kernvolumen in µm³	
		linke Seite	rechte Seite	linke Seite	rechte Seite
Versuch I					
cranial	keine	9,22	9,22	410,50	410,50
medial		9,21	9,12	410,50	397,29
caudal		8,80	9,01	356,92	384,37
Versuch II					
cranial	35. Min.	9,39 +	9,27 -	435,02	418,57
medial		9,19 -	9,15 -	407,84	402,54
caudal		9,10 +	8,93 -	394,68	374,23
Versuch III					
cranial	1 Std.	9,48 -	9,45 +	446,22	443,40
medial		9,37 +	9,18 -	432,25	405,18
caudal		8,89 +	8,90 -	369,23	369,23
Versuch IV					
cranial	2 Std.	9,84 +	9,68 +	499,01	475,06
medial		9,83 +	9,73 +	499,01	483,95
caudal		9,66 +	9,68 +	472,12	475,06
Versuch V					
cranial	4 Std.	10,19 +	10,14 +	555,81	546,06
medial		10,08 +	10,04 +	536,42	530,06
caudal		10,03 +	10,00 +	530,06	523,75
Versuch VI					
cranial	8 Std.	10,81 +	10,58 +	663,45	620,27
medial		10,10 -	10,11 +	539,62	542,83
caudal		10,01 -	10,01 -	526,90	526,90
Versuch VII					
cranial	16 Std.	10,25 +	10,18 +	565,67	552,55
medial		10,10 -	10,12 -	539,62	542,83
caudal		9,80 +	9,78 +	492,95	489,94

Tab. 2: Seitenvergleich der Kerngrößen nach Beschallung mit 100 Hz.
+ = statistisch gesichert.

	Beschallungs-dauer	Mittlerer Kerndurch-messer in µm	Mittleres Kernvolu-men in μm^3	Volumenän-derung in %
Versuch I				
cranial	keine	9,22	410,50	
medial		9,17	404,40	
caudal		8,91	361,14	
Versuch VIII				
cranial	35 Min.	10,66	636,37	
medial		10,36	567,01	+ 45,38
caudal		9,96	417,80	
Versuch IX				
cranial	1 Std.	10,26	467,41	
medial		10,10	539,63	+ 38,98
caudal		10,10	539,62	
Versuch X				
cranial	2 Std.	10,09	538,02	
medial		10,06	533,23	+ 35,28
caudal		10,05	531,96	
Versuch XI				
cranial	4 Std.	9,61	465,30	
medial		9,30	421,29	+ 7,70
caudal		9,06	389,51	
Versuch XII				
cranial	8 Std.	9,52	453,50	
medial		9,31	424,04	+ 8,05
caudal		9,16	402,59	
Versuch XIII				
cranial	16 Std.	9,68	475,06	
medial		9,60	463,41	+ 13,42
caudal		9,18	405,39	

Tab. 3: Kerngrößen nach Beschallung mit 5000 Hz

	Beschallungsdauer	Mittlerer Kerndurchmesser in µm linke Seite	rechte Seite	Mittleres Kernvolumen in μm^3 linke Seite	rechte Seite
Versuch I					
cranial		9,22	9,22	410,50	410,50
medial	keine	9,21	9,12	410,50	397,29
caudal		8,80	9,01	356,92	384,37
Versuch VIII					
cranial		10,75 +	10,57 +	652,47	620,27
medial	35 Min.	10,52 +	10,19 +	609,78	526,90
caudal		10,10 +	9,81 +	539,62	495,97
Versuch IX					
cranial		10,35 +	10,17 +	582,38	552,55
medial	1 Std.	10,12 +	10,08 +	542,83	536,42
caudal		10,10 -	10,09 +	539,62	539,62
Versuch X					
cranial		10,09 +	10,08 +	539,62	536,42
medial	2 Std.	10,06 -	10,06 -	533,23	533,23
caudal		10,04 -	10,05 -	530,06	533,23
Versuch XI					
cranial		9,77 +	9,44 +	489,94	440,60
medial	4 Std.	9,32 +	9,28 +	424,01	418,57
caudal		9,03 +	9,08 +	386,93	392,09
Versuch XII					
cranial		9,63 +	9,41 -	469,20	437,80
medial	8 Std.	9,39 +	9,23 -	435,02	413,18
caudal		9,10 +	9,21 +	394,68	410,50
Versuch XIII					
cranial		9,67 -	9,68 +	475,06	475,06
medial	16 Std.	9,56 +	9,64 +	457,61	469,20
caudal		9,06 -	9,29 +	389,50	421,28

Tab. 4: Seitenvergleich der Kerngrößen nach Beschallung mit 5000 Hz.
+ = statistisch gesichert.

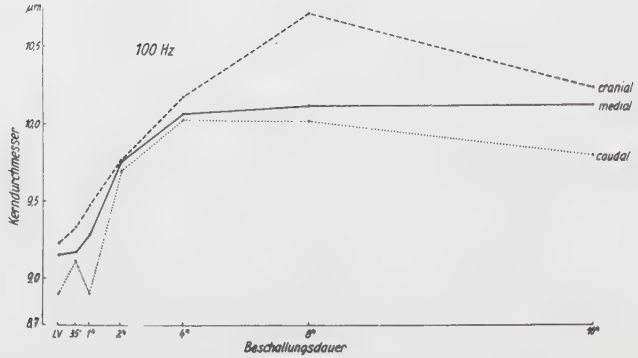
A) Volumengrößen in μm^3:

		links	rechts	Mittel-wert
Leerversuch		392,64	397,39	395,01
100 Hz	35 Min.	412,51	398,45	404,48
	1 Std.	415,90	405,94	410,92
	2 Std.	490,05	478,03	484,04
	4 Std.	540,76	533,29	537,03
	8 Std.	576,66	563,34	570,00
	16 Std.	532,75	528,44	530,59
5000 Hz	35 Min.	600,62	547,71	574,17
	1 Std.	554,95	542,87	548,90
	2 Std.	534,30	534,30	534,30
	4 Std.	433,63	417,09	425,36
	8 Std.	432,97	420,49	426,73
	16 Std.	440,73	455,18	447,95

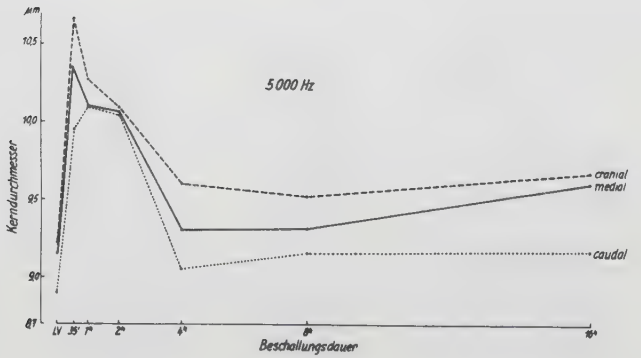
B) Volumenzuwachsrate in %:

Leerversuch				100,00
100 Hz	35 Min.	105,07	100,25	102,65
	1 Std.	105,93	102,14	104,03
	2 Std.	124,82	120,27	122,56
	4 Std.	137,73	134,18	135,98
	8 Std.	146,88	141,74	144,32
	16 Std.	135,69	132,96	134,35
5000 Hz	35 Min.	152,98	137,80	145,38
	1 Std.	141,35	136,59	138,98
	2 Std.	136,09	134,43	135,28
	4 Std.	110,45	104,94	107,70
	8 Std.	110,28	105,80	108,05
	16 Std.	112,85	114,52	113,42

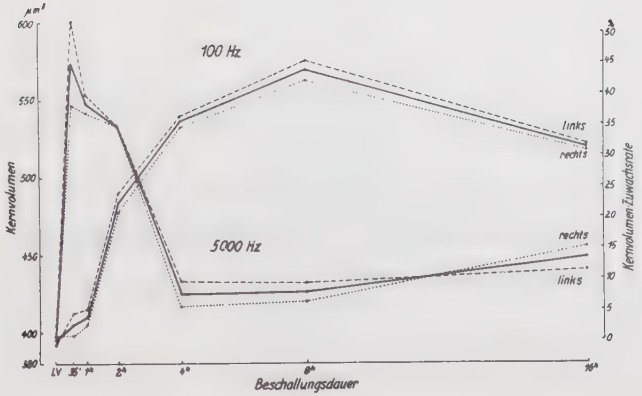
Tab. 5: Zusammenstellung der Kernvolumenwerte, getrennt nach Frequenzen, Beschallungszeiten und linken und rechten Colliculus inferior



Kurve 1: gemittelte Kerndurchmesserwerte aus den 3 Abschnitten der beiderseitigen Colliculi inferiores nach Beschallung mit 100 Hz, 110 db und Beschallungszeiten zwischen 35 Minuten und 16 Stunden



Kurve 2: gemittelte Kerndurchmesserwerte aus den 3 Abschnitten der beiderseitigen Colliculi inferiores nach Beschallung mit 5000 Hz, 110 db und Beschallungszeiten zwischen 35 Minuten und 16 Stunden



Kurve 3: Änderungen der Kernvolumina beider Colliculi inferiores in Abhängigkeit von Frequenz und Beschallungsdauer. Die ausgezogenen Linien stellen die Mittelwerte aus dem rechten und linken Hügel für jede Frequenz dar

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor
Dr. med. Ewald W ü s t e n f e l d
für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei der Durchführung und Abfassung der Arbeit herzlich danken.

Literaturverzeichnis

BECK, Chl. : Kernveränderungen der Haarzellen nach Beschallung
Arch. Ohr-, Nasen- und Kehlkopfheilk. 167, 262 - 269 (1959)

BENNINGHOFF, A. : Funktionelle Kernschwellung und Kernschrumpfung
Anat. Nachr., 1, 50 - 52 (1959)

BLICHER, O. : Das Karyogramm als Ausdruck der Zellaktivität
Verh. anat. Gesell.; Suppl. ad
Anat. Anz., 105, 119 - 129 (1958)

BOLK, L., E. GÖPPERT
E. KALLIUS, W. LUBOSCH : Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere und des Menschen
Bd. II/1., 44, 392 - 396 (1934)
Verlag Urban & Schwarzenberg Berlin

CLARA, M. : Warum ist eine möglichst genaue (variat. statist.) Bestimmung der Kern- bzw. Zellgröße notwendig?
Zschr. Anat. u. Entw. Gesch.
99, 622 - 631 (1933)

FREERKSEN, E. : Ein neuer Beweis für das rhythmische Wachstum der Kerne durch vergleichende volumetrische Untersuchungen an den Zellkernen von Meerschweinchen und Kaninchen
Zschr. Zellf., 18, 362 - 399 (1933)

GALL, H. : Über die Beeinflussung der Kerngröße von Ganglienzellen am Colliculus Inferior (Meerschweinchen)
Dissertation Wbg. (1970)

HARTZENDORF, G., E. WÜSTENFELD, K. NEUBERT : Experimentelle Untersuchungen über die Ansprechbarkeit der Kerne innerer Haarzellen im Corti´schen Organ von Meerschweinchen
Z. mikr. anat. Forsch.,
67, 313 - 330 (1961)

HERTWIG, G. : Der Einfluß der Fixierung auf das Kern- und Zellvolumen
Z. mikr. anat. Forsch., 23, 484 (1931)

HERTWIG, G. : Weitere Untersuchungen über das rhythmische Verdopplungswachstum der Zellkerne
Arch. Exp. Zellforsch.,
22, 212 - 214 (1939)

HERTWIG, R. : Über das Wechselverhältnis von Kern und Protoplasma
Verlag J. F. Lehmann (1903)

HOFFMANN, G. : Atlas vom Hirnstamm des Meerschweinchens
1. Teil : Rautenhirn
Verlag S. Hirzel, Leipzig (1957)

KALLENBACH, H. : Zur Frage der Frequenzanalyse im medullären Akustikuskomplex nach dosierter Reintonbeschallung
Dissertation Wbg. (1970)

KOLLER, S. : Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen
3. Auflage
Verlag Dr. D. Steinkopff, Darmstadt (1953)

KOVAC, W., H. DENK : Topographie, Cytoarchitektonik und Cytologie über den Hirnstamm der Maus
Springer Verlag Wien, New York (1968)

KRANTZ, H. : Kern und Funktion I.: Die Kerngröße und ihre Abhängigkeit von äußeren und inneren Faktoren
Zschr. Zellf., 35, 425 - 475 (1951)

KUKHTINA, Z. M. : Vergleichend anatomische Charakteristik von subcorticalen Strukturen der Seh- und Gehöranalysatoren des Meerschweinchens und Eichhörnchens
Archiv der Anatomie, Histologie und Embryologie in Leningrad
39, No. 8, 65 - 75 (1960)

MERKLE, U. : Eine Methode zur morphologischen Erfassung der Ansprechgebiete in der Cochlea des Meerschweinchens
Z. Anat. u. Entw. Gesch., 117, 504 - 519 (1954)

MYRES, R. E. , G. C. SHEATZ : Extralemniscal activation of auditory cortex in cats
Americ. J. Physiol., Baltimore, Maryland
200, 23 (1961)

NELSON, P. G. , S. D. ERKULAR : Intracellular recordings from cat inf. coll.
The Physiologist, Washington, 3, 120 (1960)

PALKOVITS, M. : Angaben und Hilfsmittel zur Auswertung von Kernvariationsuntersuchungen
Z. mikr. anat. Forsch.
67, 343 - 355 (1961)

ROMEIS, B. : Mikroskopische Technik
Verlag R. Oldenbourg, München (1948)

RÖSSNER, W. : Stereotaktischer Hirnatlas vom Meerschweinchen
Pallas Verlag, Lochham München (1965)

SCHRIEVER, H. : Physiologie des Akustischen Organs
8, 1 - 95 (1967), Hb. der Zoologie
Verlag Walter de Gruyter u. Co., Berlin

WÜSTENFELD, E. : Experimentelle Beiträge zur Frage der Volumenänderungen und Eindringdauer in der histologischen Technik
II. Mitteilung:
Die Diffusionsgeschwindigkeit der Fixierungsflüssigkeiten bei Sofortfixierung und Zimmertemperatur
Z. Wiss. Mikrosk., 62, 241 - 247 (1955)

III. Mitteilung:
Eindringdauer der Intermedien und Schrumpfung fixierter Organe bei der Paraffineinbettung
Z. Wiss. Mikrosk., 63, 6 - 15 (1956)

IV. Mitteilung:
Temperatureinfluß der Konservierungs- und Einbettungsmedien auf Gewebsvolumen und Eindringgeschwindigkeit
Z. Wiss. Mikrosk., 63, 86 - 95 (1956)

V. Mitteilung:
Einfluß des Fixierungsbeginnes auf Gewebsvolumen und Eindringgeschwindigkeit
Z. Wiss. Mikrosk., 63, 95 - 102 (1956)

VI. Mitteilung:
Der Einfluß von Fixierungsmitteln, Fixierungsbeginn, Temperatur und Färbung auf die Kerngröße
Z. Wiss. Mikrosk., 63, 193 - 209 (1957)

WÜSTENFELD, E. : Variationsstatistische Untersuchungen über bemerkenswerte Größenunterschiede "heller" und "dunkler" Zellkerne
Zschr. Zellf., 41, 361 - 371 (1955)

WÜSTENFELD, E. , H. GLEIß : Über die Beeinflussung der Kerngröße von Ganglienzellen durch Reintonbeschallung im medullären Akustikuskomplex des Meerschweinchens
Anat. Anz. (im Druck)

WÜSTENFELD, E. , E. HALBFAS : Über die Beeinflussung der Kerngröße im Ganglion spirale cochleae durch Reintonbeschallung
Zschr. Zellf., 67, 271 - 279 (1965)

LEBENSLAUF

Am 12. November 1943 wurde ich, Günther Schwab, als ältestes Kind des Stabsarztes Dr. med. Norbert Schwab und seiner Ehefrau Hildegard, geb. Wieschebrink, in Offenburg/Baden geboren. Ab Herbst 1950 besuchte ich die Volksschule in Zellingen. 1954 trat ich in das Realgymnasium Würzburg ein, wechselte im Herbst 1959 in das Deutsche Gymnasium Aschaffenburg und erhielt dort im Juni 1964 mein Reifezeugnis.
Im Wintersemester 1964/65 nahm ich das Medizinstudium an der Universität Würzburg auf, legte nach dem Wintersemester 1965/66 die naturwissenschaftliche und nach dem Sommersemester 1967 die ärztliche Vorprüfung ab. Den klinischen Teil meines Studiums verbrachte ich ebenfalls in Würzburg und schloß ihn im Wintersemester 1970/71 mit der ärztlichen Prüfung ab.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.

Günther Schwab

Schnelldruck - Böhler, 87 Würzburg, Wirsbergstraße 10